



Espacenet

Bibliographic data: JP 2000266667 (A)

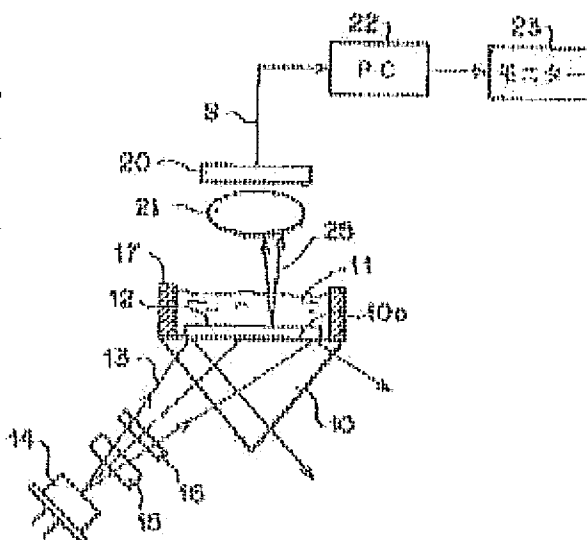
SURFACE PLASMON SENSOR

Publication date: 2000-09-29
Inventor(s): KIMURA TOSHIHITO +
Applicant(s): FUJI PHOTO FILM CO LTD +
Classification: - international: G01N21/27; G01N21/55; (IPC1-7): G01N21/27
- european: G01N21/55B2
Application number: JP19990070183 19990316
Priority number(s): JP19990070183 19990316

Abstract of JP 2000266667 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate the effect of an interference fringe generated by an interference between light beams totally reflected at the interface of a dielectric body and a metallic film and, light beams reflected at the other part.

SOLUTION: The sensor has a dielectric 10 constituting a prism or the like, a metallic film 12 formed on one face of the dielectric and brought into contact with a sample 11, a light source 14 for generating light beams 13, and an optical system 15 for passing the light beams 13 through the dielectric body 10 to be incident on an interface of the dielectric body 10 and metallic film 12 with various angle of incidence. A light-detecting means 20 is set adjacent to a surface opposite to the interface side of the metallic film 12, which specifies and detects a position where a scattering light 25 is generated from the metallic film 12.



Last updated:
 26.04.2011 Worldwide
 Database 5.7.22; 92p

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-266667

(P2000-266667A)

(43) 公開日 平成12年9月29日 (2000.9.29)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

データベース (参考)

G 0 1 N 21/27

G 0 1 N 21/27

C 2 G 0 5 9

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-70183

(22) 出願日 平成11年3月16日 (1999.3.16)

(71) 出願人 000003201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 木村 俊仁

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

(74) 代理人 100073184

弁理士 柳田 征史 (外1名)

Fターム (参考) 2G059 AA01 EE02 EE04 GG01 GG02

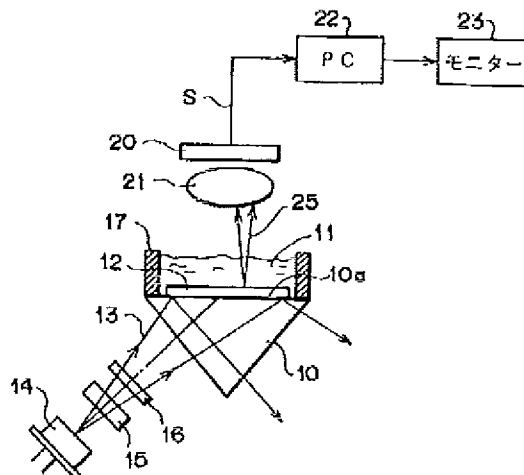
JJ11 JJ12 KK04 LL01

(54) 【発明の名称】 表面プラズモンセンサー

(57) 【要約】

【課題】 表面プラズモンセンサーにおいて、誘電体と金属膜との界面で全反射した光ビームと、他の部分で反射した光ビームとの干渉によって生じる干渉縞の影響を除く。

【解決手段】 プリズム等を構成する誘電体10と、その一面に形成されて試料11に接触させられる金属膜12と、光ビーム13を発生させる光源14と、光ビーム13を誘電体10に通し、誘電体10と金属膜12との界面に対して種々の入射角が得られるように入射させる光学系15とを設ける。そして金属膜12の前記界面とは反対側の表面に近接させて光検出手段20を配設し、金属膜12から発せられる散乱光25を、その発生位置を特定して検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘電体と、

この誘電体の一面に形成されて、試料に接触させられる金属膜と、

光ビームを発生させる光源と、

この光ビームを前記誘電体に通し、該誘電体と前記金属膜との界面に対して、種々の入射角が得られるように入射させる光学系と、

前記金属膜の前記界面とは反対側の表面に近接して配設され、該金属膜から発せられる散乱光を、その発生位置を特定して検出可能な光検出手段とからなる表面プラズモンセンサー。

【請求項2】 前記光検出手段の出力が示す前記散乱光の発生位置から、この位置に入射した前記光ビームの入射角を演算する手段を有することを特徴とする請求項1記載の表面プラズモンセンサー。

【請求項3】 前記誘電体がプリズムを構成していることを特徴とする請求項1または2記載の表面プラズモンセンサー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、表面プラズモンの発生を利用して試料中の物質を定量分析する表面プラズモンセンサーに関し、特に詳細には、誘電体と金属膜との界面に入射させた光において全反射解消が生じた際に、金属膜の裏側に発生する散乱光を検出して試料分析するようにした表面プラズモンセンサーに関するものである。

【0002】

【従来の技術】金属中においては、自由電子が集団的に振動して、プラズマ波と呼ばれる粗密波が生じる。そして、金属表面に生じるこの粗密波を量子化したものは、表面プラズモンと呼ばれている。

【0003】従来より、この表面プラズモンが光波によって励起される現象を利用して、試料中の物質を定量分析する表面プラズモンセンサーが種々提案されている。そして、それらの中で特に良く知られているものとして、Kretschmann配置と称される系を用いるものが挙げられる（例えば特開平6-167443号参照）。

【0004】上記の系を用いる表面プラズモンセンサーは基本的に、例えばプリズム状に形成された誘電体と、この誘電体の一面に形成されて試料に接触させられる金属膜と、光ビームを発生させる光源と、上記光ビームを誘電体に通し、該誘電体と金属膜との界面に対して種々の入射角が得られるように入射させる光学系と、上記の界面で全反射した光ビームの強度を種々の入射角毎に検出可能な光検出手段とを備えてなるものである。

【0005】なお上述のように種々の入射角を得るためには、比較的細い光ビームを偏向させて上記界面に入射させてもよいし、あるいは光ビームに種々の角度で入射

する成分が含まれるように、比較的太い光ビームを上記界面で集束するように入射させてもよい。前者の場合は、光ビームの偏向にともなって反射角が変化する光ビームを、光ビームの偏向に同期移動する小さな光検出器によって検出したり、反射角の変化方向に沿って延びるエリアセンサによって検出することができる。一方後者の場合は、種々の反射角で反射した各光ビームを全て受光できる方向に延びるエリアセンサによって検出することができる。

【0006】上記構成の表面プラズモンセンサーにおいて、光ビームを金属膜に対して全反射角以上の特定入射角 θ_{sp} で入射させると、該金属膜に接している試料中に電界分布をもつエバネッセント波が生じ、このエバネッセント波によって金属膜と試料との界面に表面プラズモンが励起される。エバネッセント光の波数ベクトルが表面プラズモンの波数と等しくて波数整合が成立しているとき、両者は共鳴状態となり、光のエネルギーが表面プラズモンに移行するので、誘電体と金属膜との界面で全反射した光の強度が鋭く低下する。

【0007】この現象が生じる入射角 θ_{sp} （これは一般に、全反射解消角といわれている）より表面プラズモンの波数が分かると、試料の誘電率が求められる。すなわち表面プラズモンの波数を K_{sp} 、表面プラズモンの角周波数を ω 、 c を真空中の光速、 ϵ_a と ϵ_s をそれぞれ金属、試料の誘電率とすると、以下の関係がある。

【0008】

【数1】

$$K_{sp}(\omega) = \frac{\omega}{c} \sqrt{\frac{\epsilon_m(\omega) \epsilon_s}{\epsilon_m(\omega) + \epsilon_s}}$$

【0009】試料の誘電率 ϵ_s が分かれば、所定の較正曲線等に基づいて試料中の特定物質の濃度が分かるので、結局、上記反射光強度が低下する入射角 θ_{sp} を知ることにより、試料中の特定物質を定量分析することができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したタイプの従来の表面プラズモンセンサーにおいては、誘電体と金属膜との界面で全反射した光ビームと、他の部分で反射した光ビームとの干渉によって干渉縞が生じることがある。このような干渉縞は、全反射した光ビームを検出する上で障害となるので、それによって試料分析の精度が損なわれることもある。

【0011】そこで本発明は、この干渉縞による影響を受けないで、試料分析の精度を高く確保できる表面プラズモンセンサーを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明による表面プラズモンセンサーは、前述したように誘電体と金属膜との界

面に入射角 θ_{sp} で入射した光ビームに全反射解消が起きたとき、その光ビームの入射位置において金属膜の裏側（上記界面と反対側）に散乱光が生じるという新しい知見に基づいて得られたものであり、この散乱光が生じた位置を検出することによって、全反射解消角 θ_{sp} を求め得るようにしたものである。

【0013】すなわち、より具体的に、本発明による表面プラズモンセンサーは、例えばプリズム状に形成された誘電体と、この誘電体の一面に形成されて、試料に接触させられる金属膜と、光ビームを発生させる光源と、この光ビームを前記誘電体に通し、該誘電体と前記金属膜との界面に対して、種々の入射角が得られるように入射させる光学系と、前記金属膜の前記界面とは反対側の表面に近接して配設され、該金属膜から発せられる散乱光を、その発生位置を特定して検出可能な光検出手段とを備えてなるものである。

【0014】なおこの表面プラズモンセンサーにおいて、より好ましくは、光検出手段の出力が示す散乱光の発生位置から、この位置に入射した光ビームの入射角を演算する手段が設けられる。

【0015】

【発明の効果】本発明の表面プラズモンセンサーにおいて、金属膜から発せられる散乱光を、その発生位置を特定して検出したならば、この散乱光発生位置に入射した光ビームの入射角を、光学系の構成に基づいて、例えば計算によって求めることができる。この入射角はすなわち全反射解消角 θ_{sp} であるから、従来と同様に、この全反射解消角 θ_{sp} に基づいて試料中の特定物質を定量分析することができる。

【0016】なお前述したように、光検出手段の出力が示す散乱光の発生位置から、この位置に入射した光ビームの入射角（全反射解消角） θ_{sp} を演算する手段が設けられていれば、人手による計算等は必要としないで、全反射解消角 θ_{sp} を自動的に求めることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明の第1の実施形態による表面プラズモンセンサーの側面形状を、一部破断して示すものである。図示されるようにこの表面プラズモンセンサーは、誘電体であるガラスからなる断面三角形のプリズム10と、このプリズム10の一面（図中の上面）10aに形成されて、試料11に接触させられる例えば金、銀等からなる金属膜12と、1本の光ビーム13を発生させる半導体レーザー等からなる光源14と、この光源14から発散光状態で発せられた光ビーム13を一方（図の紙面に直角な方向）のみに平行光化するシリンドリカルレンズ15と、このシリンドリカルレンズ15を経た光ビーム13の光路に配された偏光板16と、液状の試料11を貯えるための容器17と有している。

【0018】さらにこの表面プラズモンセンサーは、金

属膜12をプリズム10と反対側から臨むように該金属膜12に近接して配された光検出手段としてのCCDカメラ20と、このCCDカメラ20と金属膜12との間に配された結像レンズ21と、CCDカメラ20が出力する画像信号Sが入力されるパーソナルコンピュータ22と、このパーソナルコンピュータ22に接続されたCRT表示装置等の画像モニター23とを有している。

【0019】なお光源14と偏光板16は、光ビーム13がプリズム10の一面10aに対してp偏光状態で入射する向きに配設されている。またこの光ビーム13は、図の紙面と平行な面内では、発散しつつある状態でプリズム10の一面10aに入射する。つまりこのプリズム面10aに入射する光ビーム13は、種々の入射角 θ で入射する成分からなる。

【0020】以下、上記構成を有する本実施形態の表面プラズモンセンサーの作用について説明する。分析に供される試料11は、図示の通り容器17に貯えられて、金属膜12に接する状態となる。この状態で光源14が駆動され、光ビーム13がプリズム10の一面10aに入射する。この光ビーム13は基本的に金属膜12とプリズム10との界面で全反射するが、該界面に特定の入射角 θ で入射した成分については、反射光強度が鋭く低下する、全反射解消という現象が生じ得る。

【0021】この現象が生じる入射角 θ_{sp} （全反射解消角）は、試料11の誘電率と対応するので、この全反射解消角 θ_{sp} が分かれば試料11中の特定物質を定量分析可能であることは先に述べた通りであるが、本例では以下述べるようにして全反射解消角 θ_{sp} を求める。

【0022】入射角 θ_{sp} で入射した光ビーム13に全反射解消が起きたとき、その光ビーム13の入射位置において、金属膜12の裏側（上記界面と反対側）に散乱光25が生じる。金属膜12上の状況は、結像レンズ21によってCCDカメラ20の撮像面に結像されており、上記散乱光25はこのCCDカメラ20によって撮像される。

【0023】CCDカメラ20が出力する画像信号Sを、例えばそのまま画像モニター23に入力して画像再生すれば、金属膜12上のどの位置から散乱光25が生じたかを観察することができる。そのようにして散乱光25の発生位置を知り、それと光学系の構成とに基づいて、人手による計算で全反射解消角 θ_{sp} を求めることができる。

【0024】本例では、そのようにする他、散乱光25の発生位置を示している画像信号Sをパーソナルコンピュータ22に入力させ、このパーソナルコンピュータ22の演算によって自動的に全反射解消角 θ_{sp} を求めることも可能となっている。またさらに、パーソナルコンピュータ22により、全反射解消角 θ_{sp} から所定のプログラムに基づいて自動的に試料分析することも可能である。

【0025】次に、本発明の第2の実施形態について説明する。図2は、本発明の第2の実施形態による表面プラズモンセンサーの側面形状を、一部破断して示すもの

である。なおこの図2において、図1中の要素と同等の要素には同番号を付してあり、それらについては特に必要の無い限り説明を省略する(以下、同様)。

【0026】図示されるようにこの表面プラズモンセンサーは、コリメーターレンズ付き光源14と、この光源14から発せられた平行光状態の光ビーム13を図示面と平行な面内のみで集光するシリンドリカルレンズ30と、このシリンドリカルレンズ30を通過した後に上記面内で発散する光ビーム13を平行光化するシリンドリカルレンズ31と、縦横に規則正しく配された複数のスリット32を有するスリット板33と、試料11を貯える複数の凹部34aを有してそれらの中に各々無底円筒状のウェル35を保持した容器34とを備えている。また上記容器34において、各凹部34aの底部には、前述したものと同様の金属膜12が配されている。

【0027】なお上記スリット32は、誘電体であるプラスチックからなる容器34の凹部34aのそれぞれに対応させて、凹部34aと同数(例えば96個)設けられている。

【0028】本実施形態の表面プラズモンセンサーにおいて、シリンドリカルレンズ31を経てスリット板33に入射した光ビーム13は、このスリット板33の各スリット32から図示面と平行な面内において発散光状態で出射し、それぞれが金属膜12を照射する。つまりこの金属膜12に入射する光ビーム13は、種々の入射角 θ で入射する成分からなる。

【0029】この場合も、各金属膜12に特定の入射角 θ で入射した成分については、全反射解消が生じ得る。そして、この現象が生じる入射角 θ_{sp} (全反射解消角)は、各凹部34a毎に貯えられている試料11の誘電率と対応するので、各凹部34a毎に全反射解消角 θ_{sp} を測定することにより、各試料11中の特定物質を定量分析可能である。

【0030】本例でも第1実施形態と同様に、全反射解消が起きたときに金属膜12の裏側に生じる散乱光25を検出して全反射解消角 θ_{sp} を測定するが、ここでは各凹部34a毎に生じる散乱光25をCCDカメラ20によって全て同時に検出して、各凹部34aに貯えられている試料11の分析を並列的に行なうことができる。

【0031】図3は、CCDカメラ20の撮影像を概略的に示すものである。撮像された散乱光25の図中左右方向(これは図2中の左右方向と一致している)の発生位置が全反射解消角 θ_{sp} と対応しており、これらの散乱光発生位置に基づいて全反射解消角 θ_{sp} を求めることができる。

【0032】次に、本発明の第3の実施形態について説明する。図4は、本発明の第3の実施形態による表面プ

ラズモンセンサーの側面形状を、一部破断して示すものである。この実施形態においては、図1の装置におけるプリズム10に代わるものとして、ガラスブロック50が用いられている。そしてガラスブロック50には気泡51が形成されており、光源14から発せられた光ビーム13がこの気泡51に入射するようになっている。

【0033】ガラスブロック50中の気泡51は凹レンズと同様に作用して、光ビーム13を発散させる。そこでこの場合も、光ビーム13は金属膜12とガラスブロック50との界面に種々の入射角 θ で入射するようになる。

【0034】この実施形態においても、第1実施形態におけるのと同様に、散乱光25をその発生位置を特定して検出することにより全反射解消角 θ_{sp} を測定し、その全反射解消角 θ_{sp} に基づいて試料11中の特定物質を定量分析することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態による表面プラズモンセンサーの一部破断側面図

【図2】本発明の第2実施形態による表面プラズモンセンサーの一部破断側面図

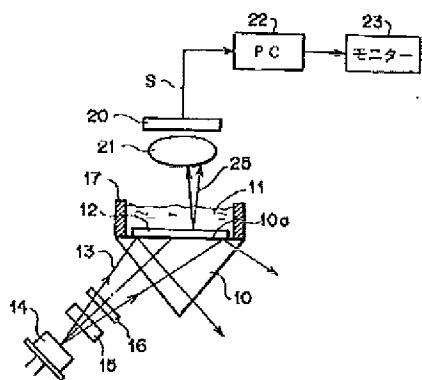
【図3】図2の表面プラズモンセンサーにおける散乱光検出像を示す概略図

【図4】本発明の第3実施形態による表面プラズモンセンサーの一部破断側面図

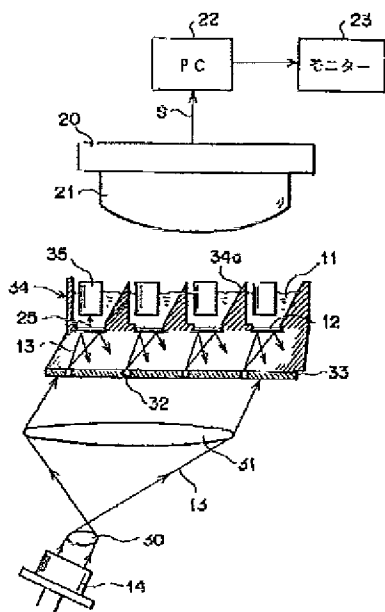
【符号の説明】

- 10 プリズム
- 10a プリズムの一面
- 11 試料
- 12 金属膜
- 13 光ビーム
- 14 光源
- 15 シリンドリカルレンズ
- 16 偏光板
- 17 試料容器
- 20 CCDカメラ
- 21 結像レンズ
- 22 画像モニター
- 25 散乱光
- 30、31 シリンドリカルレンズ
- 32 スリット
- 33 スリット板
- 34 容器
- 34a 容器の凹部
- 50 ガラスブロック
- 51 気泡

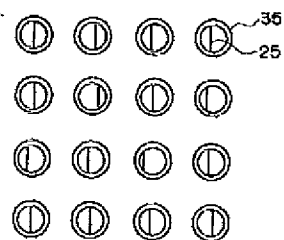
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

